N° 11-622-MIF au catalogue — N° 016
ISSN 1705-690X
ISBN 978-0-662-07702-2

Document de recherche

Série sur l'économie canadienne en transition

# Capacités d'innovation : utilisation de technologies, croissance de la productivité et rendement des entreprises : résultats des enquêtes canadiennes sur la technologie

par John R. Baldwin et Guy Gellatly

Division de l'analyse microéconomique
18e étage, Immeuble R.-H. Coats, 100, promenade Tunney's Pasture
Ottawa, K1A 0T6

Téléphone: 1 800 263-1136

Statistique Canada Statistics Canada

Canada

**Comment obtenir d'autres renseignements**

Toute demande de renseignements au sujet du présent produit ou au sujet de statistiques ou de services connexes doit être adressée à la Ligne info-médias, Division des communications et des services de bibliothèque, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0T6 (téléphone : 613-951-4636).

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.ca. Vous pouvez également communiquer avec nous par courriel à infostats@statcan.ca ou par téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

| **Numéros sans frais** (Canada et États-Unis) : | |
|---|---|
| Service de renseignements | 1-800-263-1136 |
| Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants | 1-800-363-7629 |
| Télécopieur | 1-877-287-4369 |
| Renseignements concernant le Programme des services de dépôt | 1-800-635-7943 |
| Télécopieur pour le Programme des services de dépôt | 1-800-565-7757 |
| **Centre de renseignements de Statistique Canada :** | 1-613-951-8116 |
| Télécopieur | 1-613-951-0581 |

**Renseignements pour accéder au produit**

Le produit nº 11-622-MIF au catalogue est disponible gratuitement sous format électronique. Pour obtenir un exemplaire, il suffit de visiter notre site Web à www.statcan.ca et de choisir la rubrique Publications.

**Normes de service à la clientèle**

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle qui sont observées par les employés lorsqu'ils offrent des services à la clientèle. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.ca sous À propos de nous > Offrir des services aux Canadiens.

**Série de documents de recherche sur l'économie canadienne en transition**

*L'économie canadienne en transition* est une série de nouveaux documents analytiques qui examinent les dynamiques du changement industriel présent dans l'économie canadienne. Cette nouvelle série offre aux utilisateurs des documents de recherche cohérents, sur une grande variété de perspectives empiriques de la structure industrielle de l'économie en mutation. Ces perspectives comprennent les dynamiques de la productivité, de la rentabilité, de l'emploi, de la production, de la structure professionnelle et de la géographie industrielle. Les lecteurs sont incités à correspondre avec les auteurs pour faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions.

Les documents sont diffusés principalement au moyen d'Internet. Ils peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet, à www.statcan.ca.

Tous les documents de recherche de la Série *L'économie canadienne en transition* font l'objet d'un processus de révision institutionnelle et d'évaluation par les pairs afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'organisme statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats provenant d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut noter que les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la technique économétrique employée; de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées. Le processus de la revue des pairs vise à garantir que les articles dans les séries correspondent aux normes établies afin de minimiser les problèmes dans chacun de ces domaines.

2008-03289/

Statistique Canada
Division de l'analyse microéconomique

# Capacités d'innovation : utilisation de technologies, croissance de la productivité et rendement des entreprises : résultats des enquêtes canadiennes sur la technologie

John R. Baldwin et Guy Gellatly

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 2007

Tous droits réservés. Le contenu de la présente publication électronique peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans autre permission de Statistique Canada, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins d'étude privée, de recherche, de critique, de compte rendu ou en vue d'en préparer un résumé destiné aux journaux et/ou à des fins non commerciales. Statistique Canada doit être cité comme suit : Source (ou « Adapté de », s'il y a lieu) : Statistique Canada, année de publication, nom du produit, numéro au catalogue, volume et numéro, période de référence et page(s). Autrement, il est interdit de reproduire le contenu de la présente publication, ou de l'emmagasiner dans un système d'extraction, ou de le transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique, mécanique, photographique, pour quelque fin que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable des Services d'octroi de licences, Division des services à la clientèle, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Décembre 2007

N° 11-622-MIF au catalogue, n° 016
Périodicité : hors série

ISSN 1705-690X
ISBN 978-0-662-07702-2

Ottawa

This publication is also available in English (Catalogue no. 11-622-MIE, no. 016).

Les noms des auteurs sont inscrits par ordre alphabétique.

---

**Note de reconnaissance**

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, les administrations canadiennes et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.

## *Remerciements*

Nous désirons remercier nos collègues Des Beckstead, Mark Brown, Wulong Gu, Tarek Harchaoui et David Sabourin qui ont contribué à plusieurs études citées dans ce document.

*Mots-clés :* technologie, productivité

# *Table des matières*

**Résumé** ..... **6**

**Sommaire exécutif** ..... **7**

**Chapitre 1. Introduction** ..... **9**

**Chapitre 2. Utilisation de technologies et rendement des entreprises** ..... **13**

**Chapitre 3. Conclusions et orientations** ..... **25**

**Bibliographie** ..... **28**

## *Résumé*

Le présent document résume les résultats de plusieurs études de recherche menées par la Division de l'analyse microéconomique de Statistique Canada qui portent sur les répercussions de l'utilisation de technologies de pointe sur le rendement des entreprises. Ces études s'appuient à la fois sur des données d'enquête au niveau de l'établissement sur les pratiques liées aux technologies de pointe et sur des données longitudinales qui mesurent les variations du rendement relatif. Ensemble, ces études fournissent des preuves convaincantes que les stratégies d'utilisation de technologies ont une incidence considérable sur les résultats sur le plan de la concurrence, après prise en compte d'autres corrélats du rendement des établissements. Il y a lieu de mettre l'accent plus particulièrement sur les technologies de communication de pointe, puisque leur utilisation est étroitement associée à la variation de la productivité relative.

# *Sommaire exécutif*

La composition de l'investissement dans l'économie canadienne a énormément évolué au cours des 40 dernières années, l'investissement se déplaçant vers les technologies de l'information et des communications de pointe (TIC). Les taux de croissance des services du capital des TIC ont systématiquement dépassé ceux associés à d'autres types d'investissements (machines et matériel non TIC, ouvrages de génie, bâtiments, terrains et stocks). Au cours de la période de 1961 à 2002, les machines et le matériel des TIC ont augmenté plus rapidement que les machines et le matériel non TIC. En outre, l'écart entre les deux s'est élargi au fil du temps. La croissance des machines et du matériel des TIC a été supérieure à celle des machines et du matériel non TIC dans une proportion de 27 % de 1961 à 1973, de 171 % de 1973 à 1979, de 456 % de 1979 à 1989 et d'environ 552 % de 1989 à 2002. Par conséquent, le capital des TIC a représenté la part la plus importante et sans cesse croissante de la contribution globale à la croissance de la production attribuable aux augmentations du capital. De 1963 à 1971, les machines et le matériel des TIC représentaient juste 5 % de la contribution du capital à la croissance; par contre, leur contribution est passée à 40 % entre 1989 et 2002 (Baldwin et Gu, 2007).

Une série d'études fondées sur les données détaillées provenant d'enquêtes sur les technologies ont été menées pour déterminer si les différences technologiques entre producteurs concurrents ont permis à certaines entreprises d'avoir un meilleur rendement que d'autres, après prise en compte des autres corrélats du rendement. Ces études fournissent plus de renseignements sur les différents types de technologies de pointe utilisées que ne le font de nombreuses études au niveau macroéconomique, ces dernières ayant tendance à porter plus particulièrement sur des produits particuliers comme les ordinateurs. Les enquêtes sur les technologies sur lesquelles s'appuient les recherches dont il est question ici ont permis de recueillir des renseignements détaillés sur une large gamme d'investissements en technologie, allant des nouvelles technologies de l'information et des communications à une foule d'autres technologies de production de pointe, comme les robots, les systèmes de fabrication flexibles et les systèmes d'extraction automatisés. La disponibilité de ces renseignements détaillés a permis également aux auteurs de ces études de Statistique Canada de déterminer si des technologies données, telles les technologies de communications de pointe, sont plus étroitement associées au succès que d'autres et donc peuvent être considérées comme servant de base à l'élaboration d'autres technologies de pointe et stratégies d'utilisation de technologies.

Les auteurs de toutes les études décrites dans le présent document ont conclu à l'existence d'un lien robuste entre l'utilisation de technologies de pointe et le rendement de l'établissement, après avoir pris en considération d'autres caractéristiques de l'entreprise comme l'intensité du capital, le fait que l'entreprise mène ou ne mène pas des activités de recherche et développement (R-D) et l'accent général mis sur l'innovation. Il en ressort que la stratégie d'utilisation de technologies est un aspect distinct important de l'innovation qui influe sur le rendement de l'entreprise, connotation qui vient étayer la preuve macroéconomique d'un lien entre la reprise de la productivité durant les années 1990 et la révolution des TIC. Les études montrent que les établissements qui ont adopté des technologies de pointe ont amélioré leur productivité relativement à leurs homologues qui n'ont pas adopté ces technologies, et que cette amélioration de productivité a été associée à son tour à des augmentations des parts de marché des établissements utilisateurs de technologies de pointe. En outre, ces études microéconomiques donnent à penser que la croissance de la productivité était attribuable à des technologies bien au-delà des simples ordinateurs et logiciels — les robots, les systèmes de gestion du matériel et d'autres technologies de production de pointe ont tous eu une incidence. Enfin, les recherches laissent supposer que les technologies des communications ont joué un rôle clé pour ce qui est de comprendre les différences de rendement entre producteurs concurrents. En particulier, ces technologies étaient étroitement liées au rendement supérieur.

# *Chapitre 1. Introduction*

La mesure dans laquelle les variations du rendement relatif des producteurs concurrents reflètent les différences entre eux sur le plan de l'utilisation de technologies de pointe est une question qui revêt un intérêt considérable pour les économistes industriels. Une bonne partie de cet intérêt tient à leur désir de mieux comprendre la dynamique concurrentielle associée à la diffusion et à l'intégration des technologies de l'information et des communications (TIC), technologies qui ont révolutionné les systèmes de production dans pratiquement tous les secteurs économiques. Au Canada, on dispose d'une somme considérable de renseignements sur l'utilisation de technologies de pointe. Statistique Canada a réalisé trois importantes enquêtes sur l'utilisation de technologies de pointe dans le secteur de la fabrication, soit l'*Enquête sur la technologie de la fabrication* de 1989, l'*Enquête sur les innovations et les technologies de pointe* de 1993 et l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication* de 1998. Le Bureau a également mené une enquête portant sur une industrie particulière, soit l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments* de 1998. Ces enquêtes ont fourni de riches profils descriptifs de l'utilisation de technologies et, ensemble, brossent un tableau des changements technologiques survenus dans le secteur canadien de la fabrication[1].

Ces instruments d'enquête ont joué un rôle déterminant dans l'élaboration à Statistique Canada d'un programme de recherche portant sur la relation entre l'utilisation de technologies et le rendement des entreprises. À l'appui de ce programme, les données tirées des enquêtes sur les technologies ont été reliées à une base de données longitudinales sur les établissements manufacturiers élaborée et tenue à jour au Bureau pour faciliter les recherches microéconomiques sur la productivité et la restructuration industrielle. Ce fichier longitudinal, construit à partir des données de l'*Enquête annuelle des manufactures* (EAM), contient des données détaillées sur les ventes des établissements, la valeur ajoutée, les salaires et l'emploi, et a permis aux analystes de déterminer comment les stratégies d'utilisation de technologies particulières aux établissements sont associées à l'évolution de la productivité relative, des salaires relatifs et des parts de marché à l'intérieur des industries à mesure que les entreprises plus prospères remplacent celles qui le sont moins. Le présent document fournit aux lecteurs un résumé de ces recherches. Il porte tout particulièrement sur une série d'études menées par les analystes à Statistique Canada qui comprennent un examen détaillé du lien entre l'utilisation des technologies de pointe et le rendement des entreprises.

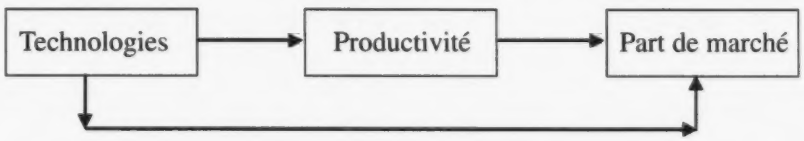
La concurrence engendre le changement, à mesure que les entreprises plus efficaces supplantent celles qui le sont moins. La concurrence donne lieu à un important roulement des entreprises. Baldwin et Brown (2004) montrent qu'au cours d'une décennie, près de 40 % des emplois dans le secteur canadien de la fabrication sont renouvelés lorsque les établissements qui ferment leurs portes et réduisent leur effectif sont supplantés par de nouveaux établissements et des établissements en expansion. Sur une période de 20 ans, plus de 65 % des emplois sont renouvelés.

Les variations de la productivité relative des établissements manufacturiers qui accompagnent et favorisent le roulement des entreprises sont également importantes. Le progrès technologique se déroule à un rythme tout à fait différend d'une entreprise à l'autre et ces différences se manifestent par d'importants changements touchant la productivité relative au fil du temps (Baldwin et Sabourin, 2004). Ces variations du rendement sont attribuables à différents facteurs, soit à l'approfondissement du capital, à l'utilisation de types particuliers de capital avancé et aux changements au niveau de l'organisation et de l'innovation.

Les variations de l'efficacité relative sous-tendent le roulement des entreprises et les variations des parts de marché. Les entreprises qui améliorent leur productivité relativement à leurs homologues acquièrent des avantages en ce qui a trait soit à leur prix, soit à la qualité de leur produit, et elles élargissent leur part de marché. Qui plus est, plus de 50 % de la croissance de la productivité agrégée est attribuable au processus par lequel les entreprises plus productives supplantent celles qui le sont moins (Baldwin et Gu 2006a, 2006b).

La série d'études examinées ici vise à permettre de comprendre comment l'utilisation de technologies de pointe contribue à ce processus. Chacune de ces études est fondée sur un modèle conceptuel qui postule que le rendement de l'entreprise dépend des choix en matière d'utilisation de technologies, comme nous le montrons ci-dessous.

**Les effets de l'utilisation de technologies de pointe sur le rendement**




Les producteurs choisissent l'ensemble de technologies de pointe qu'ils utilisent. Pour un producteur donné, ce choix de technologies entraînera vraisemblablement des changements sur le plan de la productivité du travail (par rapport à ses concurrents) en raison des répercussions de ces nouvelles technologies sur l'efficacité de la production et l'intensité de capital. À leur tour, ces variations de la productivité relative peuvent entraîner des déplacements des parts de marché en raison de leur incidence sur les prix relatifs ou sur la qualité des produits offerts. Ainsi, on s'attend à ce que le choix de technologies ait une incidence sur la part de marché par ses répercussions sur la productivité relative, mais aussi une incidence directe sur la part de marché en donnant lieu à des innovations de produits permettant à l'entreprise d'accroître sa part de marché.

Ce cadre stylisé reconnaît implicitement que l'évolution du rendement relatif d'établissements concurrents peut dépendre également d'une foule d'autres facteurs dont bon nombre ont peu à voir avec les décisions en matière de technologie. Il y a lieu de souligner, toutefois, que des recherches complémentaires fondées sur les enquêtes menées auprès des entreprises au Canada ont révélé une corrélation étroite entre les compétences spécialisées liées à l'innovation et les différences de rendement entre entreprises[2]. Toutes ces études montrent que les différences en ce qui concerne l'accent que les entreprises mettent sur les stratégies d'innovation en général sont fortement associées aux résultats compétitifs après prise en compte d'autres corrélats du rendement des entreprises.

La série de documents décrits ici porte d'abord sur l'accent général mis sur l'innovation, puis sur des politiques d'innovation particulières. Les auteurs se penchent plus particulièrement sur une manifestation tangible de la stratégie d'innovation d'une entreprise, soit son choix de technologies de pointe et les avantages qui découlent pour elle de ce choix.

Ces études cherchent également à déterminer si les technologies des communications méritent de faire l'objet d'une attention particulière à titre d'intrant technologique de base dont dépendent bon nombre des avantages globaux. Les auteurs de ces études tâchent de déterminer si l'utilisation de technologies des communications, séparément et de concert avec d'autres technologies de pointe, est associée plus étroitement aux variations de la productivité relative et des parts de marché que ne l'est l'utilisation d'autres technologies de pointe.

Le présent document est organisé comme suit. Au chapitre 2, nous présentons des commentaires sur le plan de recherche et les principales conclusions de chaque étude, et nous faisons état de leur contribution au programme de recherche. Nous exposons ensuite le thème central qui se dégage de ces études, soit le lien entre les technologies des communications et les variations du rendement relatif. Au chapitre 3, nous présentons nos conclusions et offrons quelques suggestions préliminaires pour les recherches à venir.

## *Notes en fin de chapitre*

1. Voir Baldwin et Sabourin (1995), Sabourin et Beckstead (1999) et Baldwin, Sabourin et West (1999).
2. Pour des discussions approfondies de la question, voir Baldwin et Gellatly (2003 et 2006) et Baldwin et Hanel (2003).

# *Chapitre 2. Utilisation de technologies et rendement des entreprises*

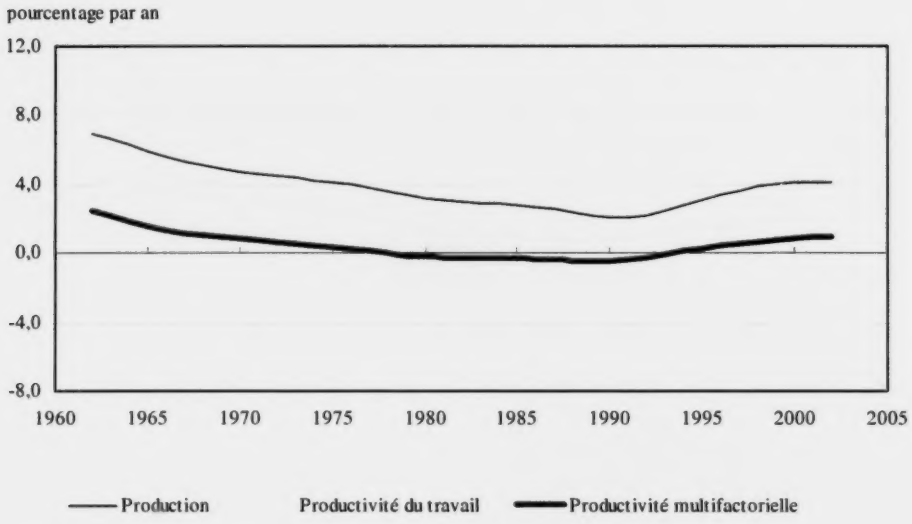
La composition de l'investissement dans l'économie canadienne a énormément évolué au cours des 40 dernières années, l'investissement se déplaçant vers les technologies de l'information et des communications de pointe (TIC). Les taux de croissance des services du capital des TIC ont systématiquement dépassé ceux associés à d'autres types d'investissements (machines et matériel non TIC, ouvrages de génie, bâtiments, terrains et stocks). Au cours de la période de 1961 à 2002, les machines et le matériel des TIC ont augmenté plus rapidement que les machines et le matériel non TIC. En outre, l'écart entre les deux s'est élargi au fil du temps. La croissance des machines et du matériel des TIC a été supérieure à celle des machines et du matériel non TIC dans une proportion de 27 % de 1961 à 1973, de 171 % de 1973 à 1979, de 456 % de 1979 à 1989 et d'environ 557 % de 1989 à 2002. Par conséquent, le capital des TIC a représenté la part la plus importante et sans cesse croissante de la contribution globale à la croissance de la production attribuable aux augmentations du capital. De 1963 à 1971, les machines et le matériel des TIC représentaient juste 5 % de la contribution du capital à la croissance; par contre, leur contribution est passée à 40 % entre 1989 et 2002 (Baldwin et Gu, 2007).

Selon de nombreux chercheurs, cette évolution de la technologie de production était associée aux améliorations marquées des taux de croissance de la productivité du travail agrégée du Canada durant les années 1990 (Armstrong et coll., 2002; Jorgenson, 2004). La croissance de la productivité dans le secteur des entreprises au Canada a été forte au début des années 1960 et 1970, puis a ralenti. La croissance de la productivité du travail est passée de 3,5 % avant 1973 à 0,9 % entre 1979 et 1989. Depuis 1989, l'investissement en TIC a crû au point de représenter la plus grande partie de l'investissement total et, en même temps, les taux de croissance de la productivité du travail ont augmenté, s'établissant en moyenne à 1,5 % entre 1989 et 2003 (voir la figure 1).

Alors que les recherches macroéconomiques portant sur l'investissement en capital et la productivité ont mis l'accent sur l'importance croissante des technologies de l'information et des communications en soulignant la mesure dans laquelle la croissance globale a suivi de près celle de l'investissement agrégé en TIC, les recherches microéconomiques complémentaires menées à Statistique Canada ont porté surtout sur la relation entre l'utilisation des technologies de pointe et le rendement des entreprises au niveau de l'entreprise ou de l'établissement. Dans le cadre d'un programme de recherche portant sur les répercussions économiques des nouvelles technologies, ces études visent à permettre de mieux comprendre l'importance de l'utilisation des TIC ainsi que d'autres types de

technologies de production de pointe. Menées au niveau de l'entreprise, elles viennent étayer les études macroéconomiques en montrant que les nouvelles TIC sont effectivement le moteur de la croissance.

**Figure 1**
**Croissance tendancielle de la productivité : reprise au cours des années 1990**




Source : Statistique Canada, Comptes canadiens de productivité.

Une série d'études fondées sur les données détaillées provenant d'enquêtes sur les technologies ont été menées pour déterminer si les différences technologiques entre producteurs concurrents ont permis à certaines entreprises d'avoir un meilleur rendement que d'autres, après avoir tenu compte des autres corrélats du rendement. Ces études fournissent plus de renseignements sur les différents types de technologies de pointe utilisées que ne le font de nombreuses études au niveau macroéconomique, ces dernières ayant tendance à porter plus particulièrement sur des produits particuliers comme les ordinateurs. Les enquêtes sur les technologies sur lesquelles s'appuient les recherches dont il est question ici ont permis de recueillir des renseignements détaillés sur une large gamme d'investissements en technologie, allant des nouvelles technologies de l'information et des communications à une foule d'autres technologies de production de pointe, comme les robots, les systèmes de fabrication flexibles et les systèmes d'extraction automatisés. La disponibilité de ces renseignements détaillés a permis également aux auteurs de ces études de Statistique Canada de déterminer si des technologies données, telles les technologies de communications de pointe, sont plus étroitement associées au succès que d'autres et donc peuvent être considérées comme servant de base à l'élaboration d'autres technologies de pointe et stratégies d'utilisation de technologies. Nous examinons ces études l'une après l'autre ci-dessous.

Baldwin, Diverty et Sabourin (1995) ont été les premiers à examiner le lien entre l'adoption de technologies et le rendement des entreprises. Ces auteurs ont combiné les données de l'*Enquête sur la technologie de la fabrication* de 1989 et celles du fichier longitudinal de *l'Enquête annuelle des manufactures* (EAM) pour créer un panel d'environ 4 200 établissements existants, soit un sous-ensemble d'établissements producteurs relativement importants qui étaient en exploitation de 1981 à 1989. *L'Enquête sur la technologie de la fabrication* a permis de recueillir des données sur l'utilisation de 22 technologies de pointe, que les auteurs (appelés ci-après BDS) ont classées selon 10 catégories fonctionnelles comprenant 7 groupes distincts, soit conception et ingénierie, fabrication et assemblage, manutention automatisée des matières, inspection et communications, dispositifs de régulation automatique, systèmes de gestion de la fabrication et d'information, et intégration et contrôle, ainsi que trois catégories comprenant des combinaisons de technologies particulières. BDS ont ensuite analysé les variations des parts de marché, de la productivité relative et des taux de salaire relatifs entre les établissements utilisateurs de technologie et des établissements non utilisateurs au cours de la période de 1981 à 1989, d'après leurs profils technologiques en 1989.

Les totalisations présentées dans BDS (1995) ont fourni certaines preuves initiales d'une corrélation entre les stratégies en matière de technologies de pointe et les résultats sur le plan du rendement. Dans le cas de chacune des technologies fonctionnelles examinées, les utilisateurs de technologies ont augmenté leur part de marché aux dépens des non-utilisateurs. Les établissements dotés de stratégies complètes en matière de technologie, soit ceux qui ont déclaré avoir intégré différentes technologies classées dans plusieurs groupes fonctionnels, ont affiché le taux le plus élevé de croissance de la part de marché. BDS ont ensuite cherché à déterminer si l'association positive entre la technologie et le rendement reflète les différences sous-jacentes dans la structure des industries en recalculant leurs estimations pour les industries à deux chiffres. Dans le cas de la plupart des industries manufacturières, les utilisateurs de technologies ont augmenté leur part de marché aux dépens des non-utilisateurs.

BDS ont également évalué le lien entre l'utilisation de technologies et d'autres mesures du rendement, notamment les variations de la productivité relative du travail et des taux de salaire relatifs. Dans le cas de la vaste majorité des technologies fonctionnelles étudiées, les utilisateurs de technologies avaient des niveaux de productivité plus élevés que les non-utilisateurs en 1981 et ils ont vu cet avantage s'accentuer au cours de la décennie. Plus particulièrement, les établissements qui ont déclaré utiliser des technologies d'inspection et de communications ont jouit d'avantages relativement importants par rapport aux non-utilisateurs, pour ce qui est tant des niveaux de productivité que des taux de croissance. Un examen des taux salariaux a donné des résultats semblables.

Les totalisations descriptives dans BDS (1995) ont préparé le terrain pour des études multivariées plus complexes portant sur les effets de l'utilisation de technologies sur le rendement. Baldwin et Sabourin (2001) ont combiné les données sur l'utilisation de technologies tirées de l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication* de 1998 et des données longitudinales sur la productivité du travail et la

part de marché pour la période de 1988 à 1997. Comme BDS (1995), cette étude portait explicitement sur les technologies associées à la révolution des puces électroniques. L'enquête a permis de recueillir des données sur 26 technologies qui ont été classées dans trois catégories, soit technologies matérielles, logicielles et des communications. On a ensuite procédé à des régressions multivariées pour évaluer l'incidence de la stratégie d'utilisation de technologies sur les variations de la productivité relative et de la part relative du marché de 1988 à 1997.

Baldwin et Sabourin (2001) ont utilisé un cadre à deux équations pour examiner les corrélats de la croissance de la productivité, puis de la croissance de la part de marché. La première équation postule que la variation de la productivité au niveau de l'établissement est fonction de l'utilisation de technologies et d'un ensemble d'autres facteurs, dont la taille initiale, la productivité initiale, la variation de l'intensité du capital, les activités de recherche et développement (R-D) et d'innovation, et d'autres pratiques commerciales.

Un ensemble de caractéristiques liées à l'innovation a été inclus dans l'analyse pour vérifier si les gains de productivité étaient attribuables à l'utilisation de technologies ou à d'autres compétences liées à l'innovation. D'autres études de Statistique Canada (Baldwin et Gellatly 2003) ont révélé que les entreprises plus prospères diffèrent de celles qui le sont moins sur de nombreuses dimensions de l'innovation. Comme ces capacités d'innovation sont fortement corrélées, l'inclusion d'une seule caractéristique (que ce soit l'utilisation de technologies ou l'intensité de la R-D) risque d'attribuer une incidence démesurée à l'unique variable incluse dans l'analyse.

Ces auteurs ont construit plusieurs variables binaires mutuellement exclusives pour mesurer les caractéristiques technologiques des établissements manufacturiers. Ces caractéristiques allaient de l'utilisation exclusive de technologies logicielles, matérielles ou de réseau à l'utilisation de diverses combinaisons de technologies. Leur analyse de régression laisse supposer que les améliorations de la productivité relative sont liées à l'utilisation de technologies de communications en réseau ainsi qu'à l'utilisation simultanée de technologies classées dans tous les trois groupes (technologies matérielles, logicielles ou des communications), après prise en compte de l'effet d'autres facteurs. Les établissements qui ont adopté des stratégies d'utilisation de technologies combinées ont connu les gains de productivité les plus importants.

Il convient de se pencher plus particulièrement sur plusieurs de ces variables de contrôle. En premier lieu, le lien entre l'utilisation de technologies et la croissance de la productivité était évident même après avoir tenu compte de la variation de l'intensité du capital, qui avait également une incidence significative sur la croissance de la productivité. Par conséquent, les effets de l'utilisation de technologies sur l'amélioration du rendement vont au-delà de ce que l'on peut considérer essentiellement comme approfondissement du capital. Les estimations de l'approfondissement du capital sont généralement calculées à partir de mesures agrégées de tout le capital dans une entreprise, un poids égal étant attribué à tous les types d'investissement. Le fait que certaines technologies soient significatives, même lorsque la variable approfondissement du capital est incluse, laisse supposer que certains

types de capital peuvent être plus importants que d'autres et, plus particulièrement, que les technologies liées aux communications en réseau étaient au centre même de la révolution technologique attribuable à la puce électronique au début des années 1990.

En deuxième lieu, l'étude a révélé que la tendance à revenir à la moyenne a influé fortement sur la variation de la productivité relative au niveau de l'établissement, les établissements plus productifs durant la période initiale étant beaucoup plus susceptibles, toutes autres choses étant égales par ailleurs, de connaître de plus faibles taux de croissance de la productivité, et vice versa. La tendance à revenir à la moyenne est une caractéristique persistante des courbes de distribution de la croissance, et Baldwin et Sabourin (2001) montrent que le lien entre l'utilisation de technologies et la croissance de la productivité demeure après avoir tenu compte des différences de base en ce qui a trait à la situation au départ.

Il convient de mentionner un troisième facteur, soit l'inclusion des variables de R-D et d'innovation dans l'analyse de régression. Ces variables ont été incluses pour tenir compte de l'éventuel biais d'estimation attribuable aux effets fixes particuliers à l'établissement liés à sa « capacité d'innovation », facteurs pouvant être corrélés à des activités plus spécifiques comme l'utilisation de technologies. Leur présence comme variables de contrôle nous permet d'avoir davantage confiance en l'association positive observée entre l'utilisation de technologies et la croissance de la productivité.

Baldwin et Sabourin (2001) estiment ensuite une deuxième équation qui évalue les corrélats de la croissance de la part de marché, en se penchant tout particulièrement sur la variation de la productivité relative comme moteur de la variation de la part relative du marché. Toutefois, ils postulent également que la part de marché peut dépendre de l'utilisation de technologies ainsi que d'autres facteurs inclus dans l'équation de la productivité[3]. Ainsi, le modèle vise à déterminer si les différences en ce qui a trait à l'utilisation de technologies ont un effet supplémentaire sur la croissance de la part relative du marché, autre que les effets de la variation de la productivité du travail et de plusieurs caractéristiques qui saisissent la capacité d'innovation générale de l'entreprise, par exemple l'intensité de la R-D.

Baldwin et Sabourin (2001) n'ont trouvé aucune preuve d'effet de l'utilisation de technologies autre que l'effet indirect sur la croissance de la productivité. Les différences sur le plan de l'utilisation de technologies n'étaient pas liées aux variations des parts de marché après avoir tenu compte des différences en matière de productivité au niveau de l'établissement. En revanche, la productivité du travail en période de début et les variations de la productivité du travail au cours de la période d'analyse étaient associées positivement à la croissance de la part de marché[4].

La prochaine étude portant sur le lien entre l'utilisation des TIC et la croissance de la productivité était fondée sur une enquête menée en 1998 sur les établissements manufacturiers dans l'industrie canadienne de la transformation des aliments. À l'aide de régressions multivariées, Baldwin, Sabourin et Smith (2003) ont tâché de déterminer de nouveau si les différences de productivité étaient associées à l'utilisation de technologies de pointe.

L'un des principaux avantages de l'enquête de 1998 tient aux renseignements détaillés recueillis sur divers types de technologies de production, puisque les répondants étaient priés de fournir des renseignements sur leur utilisation de 60 technologies de pointe, dont les TIC. Les auteurs (ci-après appelés BSS 2003) ont examiné l'effet de l'utilisation de technologies de différentes façons. Tout d'abord, ils ont tâché de déterminer si les différences de rendement étaient liées à des différences d'intensité technologique. Leur mesure opérationnelle de l'intensité était le nombre de technologies de pointe que l'établissement a déclaré utiliser, allant de 0 à 60. Les auteurs ont conclu à une association étroite entre les différences d'intensité technologique et la variation de la productivité relative, après prise en compte de la variation de l'intensité du capital et des différences sur le plan de la productivité initiale entre établissements (tous deux des facteurs significatifs). Comme dans Baldwin et Sabourin (2001), les auteurs de BSS (2003) ont ensuite conclu à une association étroite entre la croissance de la productivité du travail et les variations de la part de marché. Contrairement à la première étude, toutefois, les auteurs ici ont trouvé certaines preuves permettant de conclure que l'effet de l'utilisation de technologies sur la croissance de la part de marché peut être supérieur à celui qui s'exerce par le biais de variations de la productivité du travail.

Les auteurs de BSS (2003) ont également évalué l'effet de différents types de technologies sur le rendement des établissements en regroupant les 60 technologies en grappes. Au moyen d'une analyse des composantes principales, ils ont produit une série de profils technologiques indépendants, représentant diverses combinaisons de technologies de pointe auxquelles une grande partie de la variation observée dans l'échantillon est attribuable. Ils ont régressé ces variables (15 composantes en tout) ainsi que d'autres variables de contrôle sur la croissance de la productivité pour déterminer l'effet de l'utilisation de différents groupes de technologies de pointe sur la variation de la productivité et de la part de marché. Ils ont conclu que les TIC sont fortement associées à la croissance de la productivité. L'effet de ces technologies est souvent conjugué à celui d'autres technologies de pointe. Les technologies des communications, comme les réseaux locaux et les réseaux étendus, jouent un rôle central dans ces stratégies complètes en matière de technologie. Comme dans Baldwin et Sabourin (2001), ces effets sont apparents même après avoir tenu compte des variations de l'intensité du capital et des différences initiales sur le plan de la productivité.

Chacune des études écrites cidessus —BDS (1995), Baldwin et Sabourin (2001) et BSS (2003) — s'appuie sur l'information portant sur l'utilisation des technologies la dernière année (c.-à-d., l'année de l'enquête) aux fins d'évaluation des caractéristiques technologiques des établissements. Ces études reposent sur la formule générale :

$$(1) \qquad \Delta REND_{t-\tau,t} = f(TECH_t, \mathbf{X})$$

où $\Delta REND_{t-\tau,t}$ est la variation du rendement d'un établissement au cours de la période $t-\tau$ à $t$, $TECH_t$ est une mesure de l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période en l'année $t$, et $\mathbf{X}$ est un ensemble de caractéristiques de l'établissement évaluées à la période $t-\tau$, à la période $t$ ou comme variation au cours de la période. Ainsi, l'effet de l'utilisation de technologies sur le rendement de l'établissement mesure l'effet de l'utilisation de technologies durant la première

période ($t$-$\tau$) ainsi que la variation de l'utilisation de technologies au cours de la période $t$-$\tau$ à $t$. Cette approche comporte des avantages ainsi que des inconvénients.

Voici d'abord certains des avantages. Ils ont trait à la nature du processus à l'étude, soit la substitution de nouvelles technologies aux anciennes, et à notre capacité de mesurer ce processus. L'intégration de technologies de pointe aux activités opérationnelles peut entraîner un important apprentissage permanent qui, à son tour, oblige les entreprises à faire d'importants investissements pour se doter d'autres compétences complémentaires, par exemple améliorer la qualité de leur effectif. Les enquêtes canadiennes fournissent de nombreuses preuves à cet effet (voir Baldwin et Gellatly, 2003 et Baldwin et Hanel, 2003). Dans un monde où l'adoption de technologies de pointe est coûteuse et présente un défi, il peut être relativement difficile de faire la distinction entre les utilisateurs et les non-utilisateurs au début d'une période d'observation (particulièrement s'il s'agit d'années où les technologies en question sont relativement nouvelles). Les utilisateurs de technologies peuvent être des établissements qui, contrairement aux non-utilisateurs, se dotent ensuite de compétences technologiques et d'actifs complémentaires, à moyen et à plus long terme (ce qui peut entraîner des gains concomitants sur le plan du rendement relatif). Au début d'une période de mesure, on observe moins de différences permettant de distinguer les établissements qui adoptent des technologies de pointe de ceux qui n'en adoptent pas parce que les utilisateurs de technologies n'ont pas encore fini de se doter de ces compétences. Inversement, il peut être beaucoup plus facile de distinguer les établissements qui adoptent des technologies de pointe de ceux qui n'en adoptent pas à la fin de la période d'observation, puis de tâcher de déterminer si ceux qui ont appris à utiliser les technologies ont affiché un meilleur rendement que les non-utilisateurs au cours de la période durant laquelle s'observe cette différence stratégique. En pareil cas, l'adoption de l'approche utilisée dans ces quelques premières études nous permet d'examiner les caractéristiques qui différencient les établissements prospères de ceux qui ne le sont pas, après qu'ils se sont répartis en deux groupes distincts sur le marché.

Cette approche est fondée sur l'hypothèse selon laquelle les identités des utilisateurs et des non-utilisateurs sont raisonnablement stables au fil du temps. Elle est reconnue dans BDS (1995 : 17), où les auteurs précisent que certains « établissements qui n'utilisaient pas de technologie (la dernière année) étaient probablement des non-utilisateurs dans les années précédentes, mais ceux qui étaient des utilisateurs de technologie de pointe (la dernière année) n'en étaient pas nécessairement au début de la décennie ». Comme le signalent les auteurs, cela peut entraver l'interprétation. La principale limite de ces classifications de fin de période tient à ce qu'elles ne peuvent distinguer les effets de *l'évolution de l'utilisation de technologies* sur le rendement de l'établissement de ceux associés à des différences préexistantes (c.-à-d., au cours de la période initiale). De ce fait, nous ne pouvons cerner toute l'évolution au fil du temps de l'effet de l'utilisation de technologies.

Comme l'utilisation des technologies de pointe à la fin de la période d'observation (temps $t$) est juste la somme de l'utilisation des technologies de pointe au début de la période, $TECH_{t-\tau}$, plus toute variation de l'utilisation des technologies de pointe durant la période, $\Delta TECH_{t-\tau,t}$, on peut réécrire l'équation (1) comme suit :

$$\Delta REND_{t-\tau,t} = f(TECH_{t-\tau} + \Delta TECH_{t-\tau,t}, \mathbf{X}) \quad (2)$$

L'effet de ces variations marginales de l'utilisation de technologies, $\Delta TECH_{t-\tau,t}$, a été évalué dans Baldwin et Sabourin (2004). Prolongement important d'études antérieures de Statistique Canada portant sur l'utilisation de technologies et le rendement des entreprises, cette étude visait à mesurer les changements dans l'utilisation de technologies. À cette fin, les auteurs ont construit un panel longitudinal d'établissements manufacturiers, en reliant les données de l'*Enquête sur les innovations et les technologies de pointe* de 1993 et celles de l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication* de 1998. Ils ont ensuite combiné ces données et celles du fichier longitudinal de l'EAM afin d'obtenir des mesures de la productivité relative et de la part de marché.

L'élaboration d'un lien longitudinal entre les enquêtes de 1993 et de 1998 sur les technologies était un aspect clé du programme de recherche global. Comme le signalent Baldwin et Sabourin (2004 : 12) « on n'a pas créé le panel en prenant deux échantillons indépendants en 1993 et en 1998, puis en tâchant de trouver des établissements qui menaient des activités l'une et l'autre année »; plutôt, « l'Enquête de 1998 sur les technologies a été conçue de manière à fournir un panel longitudinal pour un ensemble d'établissements pouvant être lié à l'Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe ». Cette stratégie a permis à Baldwin et Sabourin de décomposer les profils technologiques de ces établissements longitudinaux en effets de début de période (d'après leur profil technologique en 1993) et en effets de croissance (d'après les différences dans leurs profils technologiques entre 1993 et 1998). La limite la plus importante de ce plan de recherche tient à ce que l'analyse a porté sur un échantillon beaucoup plus petit que ceux utilisés dans les études précédentes. Bien que l'enquête de 1998 ait permis de recueillir des données sur quelque 2 000 établissements (dont toutes peuvent être utilisées aux fins d'une analyse transversale), seulement environ un cinquième de ces observations ont été utilisées pour élaborer le lien longitudinal entre l'enquête de 1998 et celle de 1993. Les poids de sondage pour ce sous-ensemble longitudinal, toutefois, ont été conçus de manière à produire des estimations longitudinales représentatives de l'ensemble de la population d'établissements manufacturiers.

Les auteurs, de nouveau, se sont appuyés sur un cadre à deux équations pour estimer les corrélats de la productivité et de la croissance de la part de marché. Les deux équations ont une structure semblable à celle des équations dans Baldwin et Sabourin (2001), sauf pour ce qui est de leur traitement des technologies. Comme auparavant, l'étude porte sur l'ensemble des 26 TIC évaluées dans Baldwin et Sabourin (2001), qui sont classées dans les catégories matériel, logiciels ou communications en réseau. Baldwin et Sabourin ont opérationnalisé l'utilisation de technologies de deux façons. En premier lieu, ils ont utilisé des indicateurs binaires de l'intensité, correspondant au nombre de différentes catégories de

technologies (technologies logicielles, matérielles ou de communications en réseau) utilisées. Ils ont décomposé ensuite l'utilisation totale des technologies à la fin de la période d'observation (1998) en une mesure de l'utilisation des technologies l'année d'observation initiale (1993) et une mesure de croissance de l'utilisation des technologies au cours de la période.

En deuxième lieu, les auteurs ont examiné les fins auxquelles les technologies de communications en réseau étaient utilisées, en tâchant de déterminer si certaines applications avaient de plus importants effets sur l'augmentation de la productivité que d'autres. Ici, les principales composantes ont été utilisées pour caractériser différentes applications technologiques.

Avant d'examiner les résultats, certaines observations sur la méthodologie s'imposent. Les questions économétriques sont traitées de façon plus rigoureuse dans cette étude que dans celles qui l'ont précédée. Les auteurs ont évalué les équations de croissance de la productivité et de part de marché d'abord à l'aide d'un modèle à équation unique, puis à l'aide d'un système d'équations simultanées. Cette dernière approche visait à tenir compte de l'effet d'un biais éventuel dans les estimations du modèle à équation unique pouvant découler de problèmes de simultanéité ou de sélection.

Le problème de simultanéité résulte des effets rétroactifs éventuels de l'équation de la part de marché sur l'équation de la croissance de la productivité. Baldwin et Sabourin (2004 : 32) ont signalé que, dans l'équation de la productivité, « une variable peut être omise si la variation de la part de marché a un effet direct ... sur les gains de productivité. Si cette variable est incluse, il se peut qu'elle soit déterminée simultanément ». Les auteurs ont procédé à un test d'Hausman et n'ont pas trouvé de preuves convaincantes de simultanéité entre les équations de la part de marché et de la productivité. Le deuxième problème éventuel, soit celui du biais de sélection, découle du fait que l'échantillon analysé ne couvre qu'un sous-ensemble des établissements en exploitation en 1993, soit ceux qui étaient encore en exploitation en 1998. Par conséquent, les auteurs ont eu recours à la méthode en deux étapes de Heckman pour apporter une correction pour le biais de sélection.

Les résultats tant du modèle à équation unique que du modèle à équations simultanées ont été présentés dans l'étude. Dans l'un et l'autre cas, la croissance de la productivité n'était pas liée à l'utilisation de technologies au cours de la période initiale, mais était associée positivement à la variation de l'utilisation de technologies au cours de la période d'observation. L'estimation paramétrique pour la croissance de l'utilisation de technologies était de meilleure qualité dans le modèle à équations simultanées.

Les deux modèles ont fourni des preuves d'un lien entre les effets sur l'augmentation de la productivité des communications en réseau et la façon dont ces technologies sont appliquées dans l'établissement. L'une des principales variables composantes incluses dans l'équation de la productivité est significative (commune aux deux modèles). Elle donne à penser que les établissements qui utilisent les communications en réseau pour commander des produits souvent réalisent des gains de productivité plus importants.

Il est utile de souligner que ces effets de l'utilisation de technologies aboutissant à des gains de productivité s'observent après avoir tenu compte de la variation de l'intensité du capital (également associée positivement à la croissance de la productivité). En outre, les établissements qui ont déclaré mettre davantage l'accent sur le développement de technologies ont également connu une plus forte croissance de la productivité après prise en compte de la variation de la structure du capital.

En ce qui concerne les équations de la part de marché, les variations de la part de marché étaient de nouveau associées positivement aux variations de la productivité du travail, tant dans le modèle à équation unique que dans le modèle à équations simultanées. Comme dans BSS (2001), les deux modèles ont fourni des preuves que les variations de l'intensité de l'utilisation des technologies de pointe par les établissements avaient un effet supplémentaire sur leur part de marché au-delà des effets s'exerçant par le biais de variations de la productivité du travail. L'étude a révélé également une forte corrélation des activités de R-D menées sur une base continue et de la variation de la part de marché.

Les quatre études décrites ci-dessus, soit BDS (1995), Baldwin et Sabourin (2001), BSS (2003), et Baldwin et Sabourin (2004), constituent le fondement analytique des recherches de Statistique Canada sur l'utilisation de technologies et le rendement des entreprises. Une autre étude mérite d'être mentionnée. Baldwin et Gu (2004) ont examiné comment les réductions tarifaires influent sur le comportement exportateur des établissements manufacturiers du Canada. Aux fins de leur analyse, ils se sont appuyés sur les données sur les exportations tirées du fichier longitudinal de l'EAM ainsi que sur les données sur l'utilisation de technologies provenant de l'*Enquête sur les innovations et les technologies de pointe* de 1993 pour déterminer comment l'entrée sur les marchés d'exportation influe sur l'intensité de l'utilisation des technologies de pointe. Leurs résultats donnent à penser que le comportement exportateur est lié à une augmentation de l'intensité technologique. Avant d'entrer sur les marchés d'exploitation, les établissements qui deviennent des exportateurs et ceux qui n'exportent pas affichent des profils technologiques similaires. Au cours de la période suivant l'entrée, toutefois, les exportateurs font une utilisation nettement plus grande des technologies de pointe que les non-exportateurs[5]. Ainsi, les auteurs affirment que « les usines intensifient leur utilisation de technologies de pointe pour continuer de soutenir la concurrence sur les marchés d'exploitation » (Baldwin et Gu, 2004 : 29).

Les auteurs de toutes les études décrites ici ont conclu à l'existence d'un lien robuste entre l'utilisation des technologies de pointe et le rendement des établissements, conclusion qui vient étayer la preuve économique reliant la reprise de la productivité au cours des années 1990 à la révolution des TIC. Cependant, ces études microéconomiques donnent à penser également que la croissance de la productivité était attribuable à des technologies bien au-delà des simples ordinateurs et logiciels, comme les robots, les systèmes matériels et d'autres technologies de production de pointe. Enfin, selon ces recherches, les technologies des communications auraient joué un rôle clé en ce qui concerne les différences de rendement entre producteurs rivaux. Notamment, ces technologies étaient étroitement liées au rendement supérieur. Nous formulons des commentaires sur cette question ci-dessous.

Dans l'étude initiale, BDS (1995 : 34) les auteurs ont conclu qu'« il est clair que c'est dans le groupe inspection et communications... que les technologies informatiques ont eu le plus d'impact ». Ils ont montré que l'utilisation de ces technologies confère des avantages importants aux utilisateurs par rapport aux non-utilisateurs sur une gamme de mesures du rendement, y compris les variations de la productivité relative, de la part de marché et de la part de l'emploi. Il convient de souligner les différences de productivité entre établissements qui ont déclaré utiliser des technologies d'inspection et de communications et les non-utilisateurs. En 1989, la dernière année de la période d'observation, la productivité du travail moyenne des établissements utilisateurs de technologies était 1,7 fois supérieure à celle des établissements non-utilisateurs, attestant de l'écart de productivité croissant entre ces deux groupes durant les années 1980.

Les efforts déployés pour débrouiller les effets sur le rendement de différents types de TIC dans Baldwin et Sabourin (2001) ont fait ressortir plus clairement l'importance des technologies des communications. Leur analyse de régression a révélé un lien entre les améliorations de la productivité relative et l'utilisation de technologies de communications en réseau, effets qui n'étaient apparents ni pour les technologies matérielles, ni pour les technologies logicielles lorsque ces différents groupes de TIC ont été évalués individuellement. L'analyse des industries de transformation des aliments dans BSS (2003 : iv) a aidé à corroborer l'opinion selon laquelle « certains types de technologies semblent avoir des répercussions sur la croissance (de la productivité) plus importantes que d'autres ». Plus particulièrement, tout au long des années 1990, on a noté un lien entre l'utilisation de technologies des communications comme les réseaux locaux et les réseaux à grande distance ainsi que les réseaux informatiques inter-entreprises et une plus forte croissance de la productivité. L'impact des technologies de réseau était évident dans Baldwin et Sabourin (2004 : 37), puisque « les établissements qui utilisaient leurs réseaux de communications électroniques pour accroître l'efficacité du processus de commande étaient plus susceptibles d'avoir amélioré leur productivité ».

Ces études ont montré également que les technologies des communications jouent un rôle essentiel en favorisant les complémentarités technologiques particulières aux établissements, dont les effets sont particulièrement bénéfiques pour les producteurs. Les technologies des communications font partie intégrante des stratégies plus complètes dans lesquelles différents types de technologies de fabrication de pointe sont combinés. Baldwin et Sabourin (2001 : 32) précisent que « les gains réels sont venus de l'adoption conjointe des trois types de technologie –les logiciels, le matériel et les communications en réseau ».

## *Notes en fin de chapitre*

3. L'équation de régression comprenait également la part de marché initiale pour tenir compte de l'effet de la tendance à revenir à la moyenne.
4. L'étude portait également sur l'incidence de l'utilisation de technologies sur d'autres mesures du rendement, y compris la variation des salaires relatifs, de la rentabilité relative et de l'emploi. Le résultat le plus convaincant ici était l'existence d'un lien entre l'usage exhaustif de technologies de pointe (établissements qui adoptent des technologies matérielles, logicielles et de communications de pointe) et la croissance des salaires et de la rentabilité.
5. Baldwin et Gu (2004) ont employé une méthodologie hautement créative pour faire la distinction entre les effets préalables et postérieurs à l'entrée, puisque les données sur l'utilisation de technologies sur lesquelles s'appuyait leur étude portaient sur une seule année (1993). Voir (2004 : 20) pour un examen détaillé de cet aspect de leur plan de recherche.

# *Chapitre 3. Conclusions et orientations*

Nous avons décrit ici une série de documents de recherche de Statistique Canada qui portent tous sur la relation entre l'utilisation des technologies de pointe et le rendement des entreprises. Ces études ont été menées en combinant des données d'enquête au niveau de l'établissement sur l'utilisation de technologies et des données longitudinales sur le rendement des établissements. Elles constituent l'essentiel d'un programme de recherche à Statistique Canada qui porte sur les répercussions des changements technologiques sur la restructuration concurrentielle.

Prises ensemble, ces études, fondées sur plusieurs bases de données différentes et diverses méthodes, fournissent des preuves convaincantes d'un lien étroit entre la croissance de la productivité et l'utilisation des technologies de pointe. Les stratégies en matière de technologie interviennent pour beaucoup dans les différences de productivité entre établissements, après prise en compte d'autres corrélats du rendement des établissements. Il convient de mettre l'accent plus particulièrement sur les technologies de communications de pointe, étant donné l'association étroite observée entre l'utilisation de ces technologies et les variations de la productivité.

Ces études ne suggèrent pas que l'adoption de technologies est un processus trivial ou qui n'entraîne pas de frais, une stratégie à laquelle les producteurs rivaux peuvent avoir recours rapidement pour améliorer leur productivité relative et s'emparer d'une part de marché aux dépens de leurs concurrents. Au contraire, ces données d'enquête laissent supposer que l'adoption de technologies comprend un processus d'apprentissage continu qui entraîne des investissements considérables pour acquérir les compétences requises pour appuyer les nouvelles méthodes de production. Des études connexes de Statistique Canada (Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman, 1996; Baldwin et Lin, 2002) ont révélé que les utilisateurs intensifs de technologies souvent déclarent se heurter à plus d'obstacles que les utilisateurs non intensifs, probablement parce qu'ils ont choisi un cheminement stratégique qui présente plus de problèmes à régler. Les producteurs qui sélectionnent la combinaison correcte de technologies et qui parviennent à surmonter les obstacles associés au processus d'adoption sont souvent récompensés par des améliorations de leur productivité relativement à celle de leurs homologues ainsi que par des augmentations de leur part du marché.

Ces études servent de base aux recherches futures sur les répercussions économiques de l'utilisation des technologies de l'information et des communications de pointe (TIC). Elles portent sur l'adoption de technologies entre la fin des années 1980 et la fin des années 1990,

soit aux toutes premières étapes de ce que Bylinsky et More (1994) ont appelé la révolution de la fabrication douce. Ces années ont été marquées par une vaste restructuration technologique dans le secteur canadien de la fabrication, de nombreux producteurs cherchant à bénéficier des avantages des technologies de pointe. Les enquêtes sur les technologies sur lesquelles s'appuient les études décrites ici ont été menées durant des périodes où la population d'établissements manufacturiers s'est divisée en établissements intégrant activement les nouvelles TIC dans leurs routines de production et établissements ne les intégrant pas. Même en 1998, (l'année de référence de *l'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication*), les non-utilisateurs de chaque catégorie générale de TIC (c.-à-d., technologies matérielles, logicielles et de communications en réseau, respectivement) représentaient encore des parts importantes de la population d'établissements manufacturiers (voir Baldwin et Sabourin, 2004). Dans 10 ans, les différences fondamentales entre les utilisateurs de technologies et les non-utilisateurs (un aspect central de ce programme de recherche) pourraient être moins instructives, s'il y a moins d'établissements non utilisateurs. Toutefois, les améliorations importantes de l'efficacité des TIC résultant de l'avènement des communications à large bande présentent de nouveaux enjeux. Nous formulons ci-dessous certaines idées préliminaires sur l'orientation éventuelle de recherches futures sur l'utilisation des TIC et la productivité.

La première tâche consiste à évaluer la mesure dans laquelle l'utilisation de nouvelles technologies à large bande fait une distinction sur le plan statistique entre les entreprises plus prospères et celles qui le sont moins. Ici, il s'agit peut-être davantage de comprendre les répercussions de l'évolution de la qualité technologique entre utilisateurs. Par exemple, les travaux antérieurs ont révélé une association étroite entre l'adoption de technologies des communications et le rendement supérieur. Nous en savons moins sur les effets des variations de la qualité technologique. Dans quelle mesure les utilisateurs de nouvelles technologies des communications augmentent-ils leur rendement à la marge lorsqu'ils remplacent les systèmes de communications plus anciens par des systèmes nouveaux et plus efficaces? Autrement dit, quels sont les effets sur le plan du traitement associés aux importantes innovations technologiques intégrées aux produits et services des TIC? Il va sans dire que de telles questions font peser de lourdes exigences sur les données. Pour y répondre, il faut élaborer des panels longitudinaux qui comprennent des renseignements d'enquête très détaillés sur l'évolution des caractéristiques des divers établissements ainsi que des données adéquates sur le rendement des établissements de l'un et l'autre côté de ces transitions technologiques.

Un autre défi est simplement celui de mieux comprendre comment ces nouvelles technologies sont appliquées au processus de production. Ici, les buts visés sont d'en apprendre davantage sur (1) comment ces technologies modifient la structure organisationnelle de l'entreprise et (2) quelles applications technologiques sont associées plus étroitement au succès. Ces deux aspects sont directement liés à la question fondamentale : D'où viennent les gains de productivité associés aux progrès des technologies de communication?

Les auteurs d'études connexes au niveau de l'industrie ont commencé à examiner, dans une optique légèrement différente, la question de savoir *où* les avantages à valeur ajoutée des nouvelles technologies se situent dans la chaîne de production. Les nouvelles études de Statistique Canada sur l'utilisation de technologies fondées sur les normes de classification utilisées dans le Système de comptabilité nationale font la distinction entre les investissements traditionnels en TIC et les dépenses en intrants technologiques intermédiaires qui sont facilement consommés ou transformés dans les routines de production (Beckstead, Burrows et Gellatly 2007). Baldwin et Gu (2007) utilisent ces renseignements pour évaluer la relation entre la délocalisation et les variations de la productivité. Leur analyse, fondée sur des données au niveau de l'industrie sur la fabrication et les services, aboutit à la conclusion que la délocalisation accroît la productivité et que les augmentations de la délocalisation sont attribuables en partie au niveau d'utilisation de facteurs intermédiaires liés aux TIC dans les industries. En revanche, ces augmentations sont moins fortement corrélées aux différences sur le plan de l'investissement en TIC. Cela soulève, de nouveau, des questions fondamentales au sujet des technologies des TIC qui sont utilisées pour améliorer le rendement des entreprises et de la façon dont elles sont utilisées.

Un autre enjeu sur lequel il faut se pencher au moment d'élaborer les programmes de recherche futurs a trait à la stratégie de recherche. Les études examinées ici sont fondées sur toute une gamme de données d'enquête allant d'enquêtes courtes portant sur un petit nombre de technologies à des enquêtes très complexes permettant de recueillir des renseignements sur un grand nombre de technologies et de nombreuses autres caractéristiques des entreprises. Les méthodes utilisées vont de l'établissement d'un lien entre les données longitudinales sur le rendement et une seule enquête technologique à l'élaboration d'un ensemble relié d'enquêtes technologiques qui permet de vérifier les effets de traitement. Les auteurs emploient des méthodes multivariées allant des régressions par la méthode des moindres carrés sur une seule équation à des systèmes d'équations simultanées qui sont conçus pour tenir compte des effets de simultanéité et de sélection. Le fait que nos résultats généraux étaient assez robustes à ces diverses approches nous permet d'avoir confiance en l'orientation générale des résultats présentés ici. Cela laisse supposer également qu'une complexité supplémentaire n'est peut-être pas justifiée dans le cas de résultats très généraux, ce qui éclaire les recherches à venir. Il peut être tout à fait approprié d'examiner certaines questions en couplant les données d'une seule enquête technologique aux données longitudinales sur le rendement. Dans le cas d'autres questions plus complexes, il faudra peut-être élaborer des enquêtes bidimensionnelles permettant de suivre les pratiques en matière de technologie au niveau de l'entreprise ou de l'établissement au fil du temps. Toutefois, les chercheurs qui estiment qu'il y a lieu de procéder ainsi doivent d'abord déterminer si les avantages découlant d'enquêtes longitudinales bidimensionnelles justifient les coûts y afférents.

# *Bibliographie*


Armstrong, P., T. Harchaoui, C. Jackson et F. Tarkhani. 2002. *Une comparaison de la croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'âge de l'information, 1981-2000 : L'importance de l'investissement dans les technologies de l'information et des communications*. Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE). N° 11F0027MIF2002001 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R. et W. Mark Brown. 2004. *Quatre décennies de destruction créatrice : renouvellement de la base du secteur de la fabrication au Canada, de 1961 à 1999*. Aperçus sur l'économie canadienne, document analytique. N° 11-624-MIF2004008 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R., Brent Diverty et David Sabourin. 1995. *Utilisation des technologies et transformation industrielle : perspectives empiriques*. Direction des études analytiques, documents de recherche. N° 11F0019MIF1995075 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada. Également publié dans *Technology, Information, and Public Policy*. T. Courchene (rév.). John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston : Queen's University.

Baldwin, John R. et Guy Gellatly. 2003. « Innovation Strategies and Performance in Small Firms ». Cheltenham, Royaume-Uni : Edward Elgar.

Baldwin, John R. et Guy Gellatly. 2006. *Capacités d'innovation : Le Capital de savoir, gage de survie et de croissance des entreprises*. Série de documents de recherche sur l'économie canadienne en transition. N° 11-622MIF013 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R. et Wulong Gu. 2004. *Libéralisation des échanges : participation aux marchés d'exportation, croissance de la productivité et innovation*. Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE). N° 11F0027MIF2004027 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R. et Wulong Gu. 2006a. « Plant Turnover and Productivity Growth in Canadian Manufacturing ». *Industrial and Corporate Change*. 15,3 : 417–465. Oxford University Press.

Baldwin, John R. et Wulong Gu. 2006b. *Concurrence, roulement des entreprises et croissance de la productivité*. Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE). N° 11F0027MIF2006042 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R. et Wulong Gu. 2007. *Investissement et croissance de la productivité à long terme dans le secteur des entreprises au Canada, 1961 à 2002*. La revue canadienne de productivité. Série de documents de recherche. N° 15-206XIF2007006 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R. et Petr Hanel. 2003. « Innovation and Knowledge Creation in Open Economy ». Cambridge, Royaume Uni : Cambridge University Press.

Baldwin, John R. et Zhengxi Lin. 2002. « Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturing». *Research Policy*, 31, 1 : 1–18. Elsevier.

Baldwin, John R. et David Sabourin. 1995. *Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*.. N° 88-512-XPB au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R. et David Sabourin. 2001. *Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada*. Direction des études analytiques, documents de recherche. N° 11F0019MIF2001174 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada. Également publié sous « Advanced Technology Use and Firm Performance in Canadian Manufacturing in the 1990s ». *Industrial and Corporate Change*. 11, 4 : 761–789.

Baldwin, John R. et David Sabourin. 2004. *Effet de l'évolution de l'utilisation des technologies sur le rendement des établissements dans le secteur de la fabrication au Canada*. Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE). N° 11F0027MIF2004020 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R., David Sabourin et Mohammed Rafiquzzaman. 1996. *Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*. Direction des études analytiques. N° 88-514-XPE1993001 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R., David Sabourin et David Smith. 2003. *Effet de l'utilisation des technologies de pointe sur le rendement des entreprises du secteur canadien de la transformation des aliments*. Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE). N° 11F0027MIF2003012 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R., David Sabourin et Donald West. 1999. *Les technologies de pointe dans le secteur de la transformation des aliments*. N° 88-518-XIE1999001 au catalogue. Ottawa : Agriculture et agroalimentaire Canada et Statistique Canada.

Beckstead, D., S. Burrows et G. Gellatly. 2007. « New Economy: Using National Accounting Architecture to Measure the Size of the High-technology Economy ». Série de documents de recherche sur l'économie canadienne en transition. N° 11-622MIF014 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada. À paraître.

Bylinsky, Gene et Alicia Hills Moore. 1994. « The Digital Factory ». *Fortune*. 130, 10 : 50–57.

Jorgenson, Dale W. (rév.) 2004. *La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information.* Programme des publications de recherche d'Industrie Canada. Ottawa : Industrie Canada.

Sabourin, David et Desmond Beckstead. 1999. *Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada : Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication, 1998.* Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique – Documents de travail. N° 88F0006XIE1999005 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.